



*"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"*

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

Trabajo de Tesis

Efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el crecimiento y rendimiento de grano de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.), El Rincón, Darío-Matagalpa, postrera, 2009.

AUTORES

Br. Róger Alejandro Ulloa Sánchez

Br. Guillermo José Zapata Fava

ASESORES

Dr. Oscar Gómez Gutiérrez

Ing. Martha Moraga Quezada

Managua-Nicaragua, 2011



*"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"*

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

Trabajo de Tesis

Efecto de la Fertilización orgánica y sintética sobre el crecimiento y rendimiento de grano de tres variedades de Maíz (*Zea mays* L.), El Rincón, Darío-Matagalpa, postrera, 2009.

AUTORES

Br. Róger Alejandro Ulloa Sánchez

Br. Guillermo José Zapata Fava

ASESORES

Dr. Oscar Gómez Gutiérrez

Ing. Martha Moraga Quezada

**Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito parcial para optar al título
de Ingeniero Agrónomo**

Managua- Nicaragua, 2011

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN		PÁGINA
	DEDICATORIA	i
	AGRADECIMIENTOS	iii
	ÍNDICE DE TABLAS	iv
	RESUMEN	v
	ABSTRACT	vi
I	INTRODUCCIÓN	1
II	OBJETIVOS	3
III	MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1	Ubicación y fechas del estudio	4
3.2	Diseño metodológico	5
3.3	Manejo del ensayo	8
3.3.1	Preparación del suelo	8
3.3.2	Siembra	8
3.3.3	Fertilización	8
3.3.4	Aporque	9
3.3.5	Manejo de plagas y enfermedades	9
3.3.6	Manejo de arvenses	9
3.3.7	Cosecha	9
3.4	Variables evaluadas	9
3.5	Análisis de datos	11

IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
4.1	Análisis de varianza (ANDEVA) para las variables de crecimiento en maíz, localidad el Rincón, Darío-Matagalpa, 2009	12
4.1.1	Efecto de las fuentes de nutrientes sobre el diámetro del tallo	12
4.1.2	Análisis de varianza (ANDEVA) para el rendimiento de grano y sus componentes en el cultivo de maíz, localidad el Rincón, Darío-Matagalpa, 2009	13
4.2	Efecto de las fuentes de nutrientes sobre algunos componentes del rendimiento de grano en el cultivo de maíz	14
4.2.1	Efecto de la variedad sobre longitud de la mazorca (LMZ) y peso del raquis (PRQ)	15
4.3	Análisis económico	17
4.3.1	Análisis de presupuesto parcial	17
4.3.2	Análisis de dominancia	18
4.3.3	Tasa de retorno marginal	18
V	CONCLUSIONES	19
VI	RECOMENDACIONES	20
VII	LITERATURA CITADA	21
VIII	ANEXO	24
8.1	Plano de campo	24

DEDICATORIA

Dedico el esfuerzo y realización de este trabajo de investigación a Dios y a la Virgen Santísima, por guiarme, iluminarme y protegerme hasta culminar mis estudios universitarios.

A mi madre Eneyda Sánchez, por el apoyo tanto económico como moral brindado a lo largo de mi formación profesional, por ser un ejemplo madre.

A mis abuelos María Teresa Gutiérrez y José Trinidad Sánchez; pilares fundamentales de mi formación espiritual y motivo de inspiración para alcanzar mis metas en la vida.

A mis hermanos Marisol, Karen y Rolando, y demás familiares; quienes me han brindado su apoyo incondicional, por animarme a no caer en momentos de debilidad.

A mis amigos y compañeros de clase, con los cuales compartimos bellos y gratos momentos, los cuales han dejado huella en mi vida.

Muy especialmente, a la señora Lidia Madrigal, por brindarme los medios y recursos que necesité en algún momento de mi paso por la Universidad.

Roger Alejandro Ulloa Sánchez

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación, es la manifestación material de mi esfuerzo por convertirme en profesional y el inicio de una nueva etapa en mi vida, es dejar atrás la apatía y convertirme en un individuo útil para mi país, y de llevar con orgullo el título de Ingeniero Agrónomo.

Dedico en primer lugar este trabajo a mis padres Elia Fátima Fava Vega y Guillermo Zapata, quienes han sido mi ejemplo de vida, mi apoyo en todo momento.

A mis Hermanas: María Natalia Arguello Fava y Elia Alejandra Gonzales Fava, quienes siempre me han apoyado en todo lo que me propongo, inspirándome a seguir y vencer cualquier obstáculo en el camino.

A la Arquitecta Farah Gabriela Mondragón Martínez, por su comprensión y apoyo incondicional durante la etapa de campo y redacción del documento final y sobre todo por motivarme en todo momento.

A mis sobrinos por ser la alegría de mi vida y fuente de inspiración para lograr mis metas.

Guillermo José zapata Fava

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a Dios por permitirnos culminar esta etapa muy importante en nuestras vidas, al permitirnos alcanzar nuestra meta y cumplirla con éxito.

A la Virgen Santísima, guía espiritual en nuestro sendero, por darnos la fuerza y perseverancia para llegar al fin de este camino.

A nuestra familia y amigos por ser fuente de apoyo y solidaridad, al animarnos y motivarnos a superar los obstáculos presentados en todo momento de nuestra carrera universitaria.

A la Universidad Nacional Agraria por brindarnos la oportunidad y los recursos para alcanzar exitosamente nuestra meta profesional.

A nuestros asesores, el Doctor Oscar Gómez Gutiérrez e Ingeniera Martha Moraga Quezada, por ser nuestra fuente de sabiduría, consejo y motivación para alcanzar nuestros objetivos profesionales.

A los profesores, que fueron partícipes de este proceso, especialmente a los Ingenieros MSc. Juan Avelares Santos y Marvin Fornos Reyes; así como también al personal administrativo de la UNA, especialmente a la Lic. Lidia Madrigal, Lic. Carolina Padilla y Lic. María de los Ángeles Mondragón.

Muy especialmente agradecemos al señor Salvador Zamora y su familia, por su atención y apoyo durante la etapa de campo del presente trabajo de graduación.

Róger Alejandro Ulloa Sánchez
Guillermo José Zapata Fava

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PÁGINA
1	Contribución de las diferentes fuentes de nutrientes a la cantidad de N utilizada por los agricultores de la comunidad EL Rincón, en el cultivo de maíz	5
2	Características agronómicas de las variedades NB-6 y NB-S	6
3	Valores de “p”, coeficiente de variación y de determinación de siete variables de crecimiento en el cultivo de maíz, Darío, postrera, 2009	12
4	Efecto de las fuentes de nutrientes sobre el diámetro de tallo, El Rincón, Postrera 2009.	12
5	Valores de “p”, coeficiente de variación y de determinación de ocho variables de rendimiento en el cultivo de maíz, postrera 2009.	13
6	Valores promedios y separación de medias de algunos componentes del rendimiento, Darío, Postrera, 2009.	14
7	Valores promedios y separación de medias para longitud de mazorca y peso de raquis	15
8	Valores promedio para la variable rendimiento de grano en el cultivo de maíz, comunidad El Rincón, postrera, 2009.	16
9	Resultado de análisis de presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo de maíz, El Rincón, Darío-Matagalpa, postrera 2009.	17
10	Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados en el cultivo de maíz, El Rincón, Darío-Matagalpa, postrera 2009	18

RESUMEN

El ensayo se estableció en la localidad “El Rincón”, Darío-Matagalpa, en agosto del año dos mil diez, para evaluar el efecto de fertilización orgánica y sintética sobre el crecimiento y rendimiento de grano de tres variedades de maíz (*Zea mays* L). Se utilizó un diseño de parcelas divididas en bloques completos al azar (BCA), utilizando los tratamientos: factor fertilización (A) con 3 niveles: abono verde (frijol mungo). Tratamiento mixto: mezcla proporcional de compost y fertilizantes sintéticos (completo y urea 46%). Ambas fuentes aplicadas en proporción 1:1; y el tercer tratamiento consistió en fertilizantes sintéticos (completo 12-30-10, + urea al 46%) Además se evaluó, el rendimiento obtenido con las fuentes de fertilización, el factor variedad (B) con 3 niveles: NB-S, NB-6 y una criolla. Las variables de crecimiento evaluadas fueron: altura y diámetro de tallo, número de hojas por planta, área foliar, altura de inserción de la mazorca; para variables de rendimiento: peso, longitud y diámetro de la mazorca, peso del raquis, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, peso de 1000 semillas y rendimiento. En las variables de crecimiento, hubo diferencias significativas en el diámetro de tallo aplicando fertilizante sintético; en variables de rendimiento hubo diferencias significativas en peso y longitud de mazorca, peso de raquis, número de hileras por mazorca y número de granos por hilera, mediante la aplicación de fertilizante sintético, resultando mejor la variedad criolla. El manejo convencional (completo + urea al 46%) obtuvo los mayores rendimientos con $424.27 \text{ kg ha}^{-1}$, seguido por el tratamiento mixto [compost (50%) + sintético (50%)] con $415.88 \text{ kg ha}^{-1}$, por último el tratamiento orgánico (mungo) con $395.19 \text{ kg ha}^{-1}$. Asimismo, la variedad criolla mostró los mejores resultados, con $422.11 \text{ kg ha}^{-1}$, seguido de variedad NB-6 y NB-S, con 406.85 y $406.37 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente.

Palabras claves: abono verde, compost, urea, tratamiento.

ABSTRACT

The trial was established in the locality “El Rincon”, located in municipality of Dario-Matagalpa, in august thousand ten, to evaluate the effect of synthetic organic fertilization on growth and grain yield of three varieties of maize (*Zea mays* L). We used a split plot design in randomized complete block (RCB), using the treatments: fertilization factor (A) with 3 levels: green manure (mung bean). Mixed treatment: proportional mix of compost and synthetic fertilizers (urea 46% full). Both sources applied in a 1:1 ratio, and the third treatment consisted of synthetic fertilizers (Complete 12-30-10, urea + 46%) were also evaluated, the performance obtained with the sources of fertilization, the factor variety (B) with 3 levels: NB-S, NB-6 and a local variety. The growth variables evaluated were: height and stem diameter, number of leaves per plant, leaf area, height of insertion of ear; for performance variables: weight, length and diameter of the cob, stalk weight, number of rows per ear, number of kernels per row, 1000-seed weight and yield. In the growth variables, there were significant differences in stem diameter using synthetic fertilizer, in performance variables were significant differences in weight and length of cob, stalk weight, number of rows per ear and number of grain per row, by synthetic fertilizer application, obtaining better results using the local variety. Conventional management (complete + 46% urea) obtained higher yields with 424.27 kg ha⁻¹, followed by mixed treatment [compost (50%) + Synthetic (50%)] to 415.88 kg ha⁻¹, and finally the organic treatment (mung) to 395.19 kg ha⁻¹. Also, the local variety showed the best results with 422.11 kg ha⁻¹, followed by variety NB-6 and NB-S, 406.85 and 406.37 kg ha⁻¹, respectively.

Keywords: green manure, compost, urea, treatment.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea Mays* L) es una poaceae anual de crecimiento rápido y gran capacidad reproductiva adaptada a las más diversas condiciones de clima y suelo. Constituye, después del trigo y el arroz, el cultivo más importante para la alimentación humana y animal (CIMMYT, 1998). En Nicaragua la producción de maíz es una actividad que reviste una particular importancia por ser éste, uno de los granos de mayor consumo en la dieta diaria además por ser una actividad históricamente implementada principalmente por pequeños y medianos productores (INTA, 2000). Según registros del MAGFOR (2011), los rendimientos históricos en este rubro oscilan entre los 1.31 y 1.45 t ha⁻¹, sin embargo durante los últimos años se ha visto un aumento en la producción debido principalmente al incremento de las áreas de siembra y no precisamente a incrementos de los rendimientos.

En el ciclo 2009/2010 se cosecharon 340,640.85 ha con una producción de 521,056.07 t. El principal problema es que en Nicaragua el 66 % del área total, equivalente a 224,822.96 ha de maíz, se establecen con semillas de variedades criollas y/o acriolladas las que se caracterizan por un bajo potencial productivo; el 30 % es establecido con semillas de variedades mejoradas y el 4 % con semillas híbridas y de bajo porcentaje nutricional. El poco uso de híbridos se debe a los altos costos de la semilla, que en su mayoría es importada por casas comerciales (INTA-PROMESA, 2002).

A estos factores de disminución progresiva del rendimiento, se suman las deficiencias en el manejo agronómico y el uso excesivo de fertilizantes sintéticos. Según la FAO (2007), la agricultura moderna presenta problemas asociados al riesgo de contaminación de las aguas y suelo, así como el alto consumo de energía requerida para su elaboración. Por lo tanto, se están buscando tecnologías agroecológicas viables y dentro de ellas se encuentra la implementación de sistemas de fertilización orgánica. Según Binder (1994), los abonos orgánicos al ser incorporados al suelo aumentan el contenido de materia orgánica y ésta al ser transformada a humus y durante su descomposición, libera nutrientes, compensando las pérdidas de materia orgánica y mantenimiento del nivel de fertilidad y productividad del suelo .

Por otro lado, Paliwal (2001), agrega que los abonos orgánicos reducen los factores de riesgo para la salud humana, al medio ambiente, flora y fauna, contribuyendo, además, al incremento gradual de la fertilidad de los suelos y mayores rendimientos hectárea⁻¹.

Inadecuadas prácticas de fertilización han provocado la pérdida de la fertilidad natural del suelo, y por ende la baja progresiva en los rendimientos de las cosechas. Asimismo no existen investigaciones suficientes, para estudiar alternativas que resuelvan este problema, (Cisneros, 2000).

Con la presente investigación se pretende obtener información acerca del comportamiento de diferentes variedades de maíz sometidas a la fertilización orgánica y sintética y combinación de ambas, tratando de dar respuesta a la siguiente interrogante: ¿Cómo responden las variedades de Maíz (NB-6, NB-S y Criolla) a diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica?

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

2.1.1 Evaluar el efecto de las diferentes fuentes de nutrientes sobre el comportamiento agronómico de variedades mejoradas y criollas de maíz en la localidad “El Rincón”, Darío-Matagalpa.

2.2. Objetivos Específicos

2.2.1 Determinar si existen diferencias significativas en las variables de crecimiento entre las variedades de maíz NB-S, NB-6 y una criolla, independiente al tipo de fertilización utilizada.

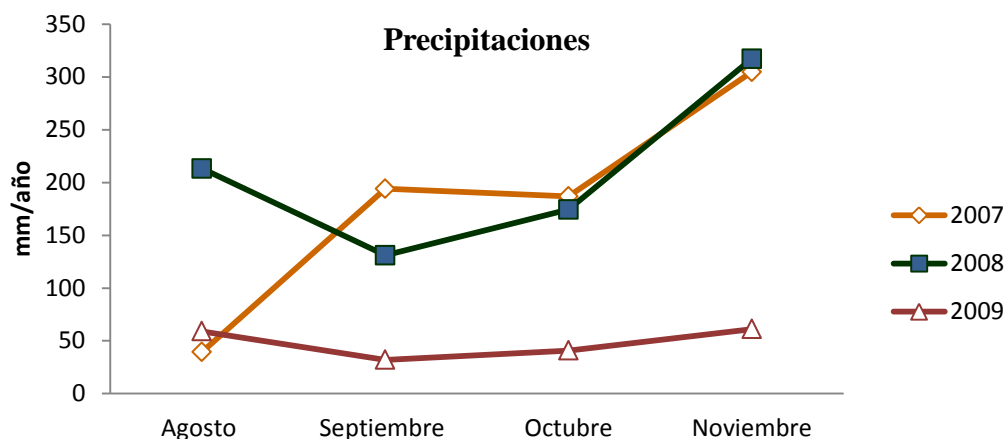
2.2.2 Determinar si existen diferencias significativas en el rendimiento de grano entre las variedades de maíz NB-S, NB-6 y una criolla, independientemente del tipo de fertilización utilizada.

2.2.3 Realizar un análisis que refleje la factibilidad económica de las tecnologías alternativas de fertilización evaluadas, en comparación con la utilizada por el agricultor.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y fechas del ensayo

El estudio se realizó en la localidad “El Rincón” ubicada en el municipio de Darío departamento de Matagalpa, en la finca del Sr. Salvador Zamora. El municipio de Darío se encuentra ubicado a 40 km de la ciudad de Matagalpa y a 90 km de Managua, tiene una extensión territorial de 806 km², con una población de 37,134 habitantes distribuida en 165 comunidades rurales. Se caracteriza como una zona tropical de Sabana, con clima seco y semiárido ubicándose en las siguientes coordenadas: 12°43´ de latitud norte y 86°07´ longitud oeste con temperaturas que varían entre los 25° y los 28° C. En el municipio de Darío la precipitación oscila entre los 800 y los 1200 mm distribuidos de mayo a noviembre y una altitud de 433 m. La principal actividad económica es la agricultura, predominando los cultivos de frijol, maíz y sorgo, (INIFOM, 2007). En la siguiente figura: se muestra el comportamiento de la precipitación en los meses de Agosto a Noviembre, durante los años 2007, 2008 y 2009.



Comparación de las precipitaciones registradas, durante el período agosto-noviembre 2007-2008-2009 en la comunidad El Rincón, Darío- Matagalpa. (INETE, 2009).

3.2 Diseño Metodológico

El estudio consistió en una evaluación *in situ* de dos alternativas tecnológicas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L). La primera consistió en probar tres fuentes de nutrientes: mungo como abono verde, Compost + completo (12-30-10) + urea al 46%, completo (12-30-10) + Urea 46%; y la segunda en dos variedades mejoradas de maíz y una criolla.

El experimento consistió en un Bifactorial en un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones en bloques completos al azar. El factor A consistió en la utilización de distintas fuentes de nutrientes como aportadoras de los nutrientes requeridos por el cultivo de maíz. Los niveles a estudiar fueron los siguientes:

a₁= abono verde: mungo (*Vigna radiata* L.) incorporado al momento de la floración.

a₂= Tratamiento mixto: aplicación de compost y fertilizantes sintéticos (Completo y Urea 46%).

a₃= aplicación sólo de fertilizantes sintéticos (completo 12-30-10, aplicado al momento de la siembra + Urea al 46%, aplicada a los 45 días después de la siembra).

Para determinar las cantidades a aplicar de cada uno de los niveles antes mencionados se tomó como referencia la dosis de fertilización aplicada por el productor y recomendada por el INTA (2009), la cual es de 75 kg N ha⁻¹

Una vez determinada la cantidad de nitrógeno a suministrar al cultivo de maíz, se cubrió la misma, con cada uno de los tratamientos en estudio tal y como se describe a continuación:

Tabla 1: contribución de las diferentes fuentes de nutrientes a la cantidad de N utilizada por los agricultores de la comunidad El Rincón, en el cultivo de maíz.

Fuente de nutrientes	Tratamiento	Kg ha ⁻¹ de fertilizante	Kg N ha ⁻¹	Contribución de cada fuente %
Abono verde	a ₁	-	218.4	2.1
Compost		4,120.57	37.5	50
Completo (12-30-10)	a ₂	64.6	7.75	25
Urea 46%		64.6	29.75	25
Completo (12-30-10)		129	15.5	21
Urea 46%	a ₃	129	59.5	79
Demanda del cultivo			75 Kg ha ⁻¹	100%

Con relación al factor B (variedades), las variedades utilizadas fueron NB-S (b_1), NB-6 (b_2) y una variedad criolla (b_3). El área total del ensayo fue de 950 m² dividida en cuatro bloques separados 1 m entre sí, resultando 12 parcelas principales con un área de 60 m² cada una y 36 sub-parcelas con una superficie de 20 m² cada una.

Las distancias entre surco fueron de 0.8 m, teniendo 5 surcos en cada sub-parcelas (variedades) para un total en la parcela principal de 18 surcos. La longitud de los surcos fue de 5 m. La distancia entre plantas fue de 0.2 m, para una densidad poblacional de 62,500 plantas/ha; la parcela útil estuvo conformada por 3 surcos centrales, con un área de 9.6 m² eliminando además de los surcos bordes, 1 m en cada uno de los extremos de los surcos.

El material genético de maíz utilizado en el ensayo fueron las variedades NB-6, NB-S, y una criolla. Alguna información relevante y las características de las variedades mejoradas describen a continuación:

Tabla 2: Características agronómicas de las variedades NB-6 y NB-S

Características	NB-6	NB-S
Tipo de variedad	Sintética	Sintética
Altura de la planta (cm)	230-240	180-190
Altura de la mazorca (cm)	110-120	90-110
Forma de la mazorca	Cónica	Cónica
Textura del grano	Semi dentado	Semi harinoso
Color del grano	Blanco	Blanco
Días a cosecha	110-115	95-100
Madurez relativa	Intermedia	Precoz
Cobertura de la mazorca	Buena	Buena
Reacción al Achaparramiento	Tolerante	Susceptible
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	3885 a 4533	3074.3
Épocas de siembra	Primera y postrerón	Primera

Fuente: INTA (2009)

La variedad NB-6 fue generada por el Programa Nacional del Maíz (PNM), predecesor del INTA en Nicaragua, con la finalidad de incrementar la productividad del grano y mejorar las condiciones de vida de los agricultores (INTA, 2002).

Según Urbina (1993) la variedad de polinización libre Santa Rosa 8073, conocida comercialmente con el nombre de NB-6 fue creada con resistencia al achaparramiento. Se obtuvo por medio de selección recurrente a partir de tres poblaciones de maíz con amplia base genética que fueron cruzadas con material genético proveniente de Cuba y República Dominicana para transferir genes de resistencia y mejores atributos agronómicos. Urbina y Perdomo (2005), reportaron que en Chinandega obtuvieron rendimientos promedios de 3299.10 kg ha⁻¹.

Con relación a la variedad NB-S, ésta también fue generada por el Programa Nacional del Maíz (PNM), en coordinación con el Programa Regional de Maíz, para zonas con precipitaciones erráticas, sus siglas significan Nicaragua Blanco Sequía. Es una variedad Sintética de ciclo vegetativo precoz y proviene de la población BS-19 Tuxpeño Sequia C6.

Se realizó un análisis económico con el fin de establecer y comparar los costos de producción y el beneficio económico de los tratamientos a evaluar en el presente ensayo, se realizó un análisis de presupuesto parcial según el metodología propuesta por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1988), haciendo análisis de presupuesto parcial, análisis de dominancia y cálculo de tasa de retorno marginal.

Según el CIMMYT, (1988), el paso inicial para realizar un análisis económico de ensayos en campo es calcular los costos que varían para cada uno de los tratamientos, es decir costos relacionados con insumos, mano de obra, preparación del suelo. Los costos variables totales en el estudio se determinaron con relación al costo de los fertilizantes más costos de aplicación. Los rendimientos obtenidos fueron reducidos en un 10% a fin de reflejar las diferencias entre el rendimiento experimental y el rendimiento que el productor podría obtener utilizando la misma tecnología. El rendimiento ajustado fue multiplicado por el precio del producto US\$ 17 a una tasa de cambio de 22.50 córdobas por unidad. El beneficio bruto se obtuvo de la resta del rendimiento ajustado menos el precio del producto. En cuanto al beneficio neto obtenido fue el resultado del beneficio bruto menos los costos variables para cada tratamiento (Tabla 9).

La metodología empleada, considera los siguientes parámetros:

Costos fijos: incluyen costos de preparación del terreno (limpia, arado, gradeo y surcado), todos los costos comunes a los tratamientos.

Costos variables: costos de la enmienda de suelo, transporte y aplicación de plaguicidas.

Costos totales que varían: es la sumatoria de los costos variables.

Rendimiento: expresado en kg ha⁻¹

Beneficio bruto: obtenido multiplicando el rendimiento por el precio del producto al momento de la cosecha.

Beneficio neto: es igual al beneficio bruto menos los costos totales de producción.

Dominancia: se efectúa, primero ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de los costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían mas bajos.

Tasa de retorno marginal: es la relación de los beneficios netos marginales sobre los costos variables marginales, expresado en porcentaje

3.3 Manejo del ensayo

3.3.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó una semana antes de la siembra con tracción animal, consistió en un pase de arado, posteriormente se midió el área del ensayo y luego se estaquilló para definir inicialmente los bloques y luego las parcelas principales y sub-parcelas.

3.3.2 Siembra

La siembra se realizó el 21 de agosto del 2009, depositando 2 semillas por postura de forma manual a una distancia de 0.2 m entre planta y 0.8 m entre surco, obteniendo 18 surcos de la parcela principal, con una longitud de 5 m, para un total de 50 semillas por hilera.

3.3.3 Fertilización

Antes de establecer el ensayo se realizó el análisis químico al abono orgánico utilizado en el estudio y al suelo del área experimental, en el laboratorio de suelos y agua de la UNA. La metodología utilizada en dichos análisis fue la recopilada por Valverde y Matus (2005).

Las cantidades utilizadas de cada una de las fuentes de nutrientes (nivel a_1 , a_2 y a_3 del Factor A) para cubrir la cantidad de N que aplica el productor en la comunidad El Rincón se describieron anteriormente (Tabla 1).

El nivel a_1 abono verde Mungo (*Vigna radiata* L) se sembró entre los surcos de maíz y se incorporó al suelo utilizando el azadón, a los 30 días después de la siembra. En cuanto al nivel a_2 : 50% compost + 50% sintético (Urea al 46% + Completo 12-30-10); se aplicó de la siguiente forma: 90.9 kg de compost y 45.45 kg de completo (12-30-10) fueron al momento de la siembra, y 45.45 kg de urea al 46% a los 45 dds; en cuanto al nivel a_3 (completo + Urea al 46%), el primero se aplicó 90.9 kg al momento de la siembra y 90.9 kg de urea los 45 dds.

3.3.4 Aporque

El aporque se realizó a los 30 días después de la siembra, con el fin de lograr una mejor incorporación del fertilizante así como también evitar el acame.

3.3.5 Manejo de plagas y enfermedades

En el manejo de plagas se aplicaron los insecticida organofosforado como Tamaron 600 (SL), y el piretroide Cipermetrina 25 (CE) ambos a razón de 1.48 L ha^{-1} . Las aplicaciones se realizaron de acuerdo a la incidencia de las plagas sobre el desarrollo del cultivo.

3.3.6 Manejo de arvenses

El manejo de arvenses se realizó de forma mecánica utilizando azadón y machete, basándonos en el criterio de mantener el cultivo libre de arvenses hasta los 30 días después de la siembra (Aleman, 1991).

3.3.7 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual, a los 120 días después de la siembra, considerando sólo los surcos centrales de la parcela útil. Luego, se procedió al secado de las mazorcas, de forma natural (sol), con el objetivo de reducir el contenido de humedad del grano proveniente del campo; y posteriormente se tomaron los datos de las variables consideradas y que se describen a continuación.

3.4 Variables evaluadas

Para evaluar las siguientes variables se tomaron 20 plantas al azar dentro de la parcela útil, en la etapa de crecimiento del cultivo de maíz. Las variables medidas se tomaron de acuerdo a la metodología del CIAT (1993).

Al momento de la floración.

Altura de tallo (cm): para evaluar la variable altura de tallo en maíz, se seleccionaron 20 plantas al azar por cada parcela útil, basándose en la longitud del tallo, midiendo desde la superficie del suelo hasta la lígula superior mediante el uso de una cinta métrica.

Diámetro del tallo (cm): este dato se registró en la parte media del segundo entrenudo, mediante el uso de un Vernier.

Número de hojas por planta. se contó la cantidad de hojas de cada planta muestreada (20 plantas) y se promedió el número de hojas de 20 plantas.

Área foliar: se tomaron 20 plantas al azar, midiendo el largo y ancho de la hoja, este resultado se expresó en cm^2 , posteriormente se multiplicó por el factor de corrección estimado en 0.75. Se realizó en diferentes momentos durante el ciclo del cultivo, evaluando la hoja de la parte media de la planta.

Altura de inserción de la mazorca: se midió desde la superficie del suelo hasta la base de inserción de la mazorca, al momento de llenado de grano, el resultado se expresó en cm.

A la cosecha

Peso de la mazorca: se calculó el peso total de mazorcas de la parcela útil. El resultado se expresó en gramos.

Longitud de la mazorca (cm): se midió en centímetros desde la base de su inserción en el pedúnculo hasta su ápice. La muestra consistió en número de mazorcas cosechadas y seleccionadas al azar dentro la parcela útil.

Diámetro de la mazorca (cm): se cortó la mazorca por la mitad para determinar su diámetro en el corte transversal, desde la corona de un grano a la corona del grano diametralmente opuesto. Para efectuar la medición se utilizó un Vernier.

Peso del raquis: una vez desgranado el raquis, se procedió a calcular el peso total del raquis de la parcela útil, medido en gramos.

Número de hileras por mazorca: a cada mazorca de las veinte seleccionadas se les contabilizó el número de hileras, posteriormente se determinó el valor promedio de mazorca.

Número de granos por hilera: a cada mazorca de las 20 seleccionadas se les contabilizó el número total de granos por hilera, seguido del cálculo del valor promedio.

Peso de 1000 semillas: esta variable se determinó siguiendo las reglas del ISTA (1995) para lo cual se tomaron ocho réplicas de 100 semillas de cada parcela útil. Después se pesó cada réplica por separado y se calculó el valor promedio. Dicho promedio se multiplicó por diez para obtener el peso de mil granos.

Rendimiento (kg ha^{-1}): esta variable se calculó a nivel de parcela. Luego de cosechar las mazorcas, se procedió al secado natural (sol), para posteriormente desgranarla manualmente, donde se separaron los componentes: grano y raquis; procediendo a determinar el peso por parcela de cada uno de ellos; en cuanto al grano se determinó el porcentaje de humedad, mediante un medidor de humedad de grano Dickey-John modelo 46233-1230A. El rendimiento se determinó ajustando el peso del grano cosechado a un 14% de contenido de humedad, por medio de la siguiente ecuación (Gómez y Minelli, 1990).

Posteriormente se calculó el rendimiento en kg ha^{-1}

Pf: $(100-Hf) = Pi (100-Hi)$; en donde:

Pi: peso inicial del grano (kg ha^{-1})

Hi: contenido inicial de humedad del grano (obtenido mediante Medidor de Humedad de Grano)

Pf: peso final del grano seco (kg ha^{-1})

Hf: contenido de humedad del grano a la que se desea ajustar el rendimiento (14 %)

3.5 Análisis de los datos

Los datos de campo se trabajaron inicialmente en el Programa Excel (v.2007). Una vez creada la base de datos se realizó el ANDEVA empleando el programa estadístico SAS (v.8.0). En aquellas variables donde se detectaron diferencias estadísticamente significativas para los diferentes factores en estudio se procedió a la prueba de separación de medias mediante Tukey al 5 % de margen de error.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de varianza (ANDEVA) para las variables de crecimiento en maíz, localidad El Rincón, Darío-Matagalpa, 2009.

El ANDEVA realizado, muestra que la única variable evaluada, afectada significativamente por los diferentes factores en estudio, así como su interacción durante el crecimiento del cultivo de maíz, fue el diámetro del tallo ($p=0.01$). Esto se aprecia en el cuadro siguiente:

Tabla 3: valores de “p”, coeficiente de variación y de determinación de siete variables de crecimiento en el cultivo de Maíz, Darío, postrera, 2009

FUENTE DE VARIACIÓN	Altura de tallo (cm)	Diámetro de Tallo (cm)	Número de Hojas	Área Foliar (cm^2)	Altura de inserción de la mazorca(cm)
BLOQUE	0.01	0.01	0.01	0.08	0.01
FERTILIZACIÓN BLOQUE *	0.19	0.01	0.09	0.14	0.08
FERTILIZACIÓN	0.73	0.01	0.84	0.56	0.02
VARIEDAD	0.62	0.12	0.10	0.95	0.99
FERTILIZACIÓN*V ARIEDAD	0.28	0.13	0.18	0.18	0.35
C.V (%)	13.1	3.8	9.3	16.9	25.0
R ²	0.62	0.84	0.76	0.58	0.73

4.1.1 Efecto de las Fuentes de Nutrientes sobre el Diámetro del Tallo

En la tabla 4 se aprecia que las plantas abonadas sólo con el fertilizante sintético presentaron tallos significativamente más gruesos (1.55 cm).

Tabla 4: Efecto de las fuentes de nutrientes sobre el Diámetro de Tallo, El Rincón, Postrera 2009.

Fuente de Nutrientes	Diámetro del Tallo (cm)
Sintético (Completo + Urea)	1.55 a
50% Compost + 50% sintético	1.47 b
Mungo	1.46 b

Cisne y Laguna (2004) afirman que los fertilizantes sintéticos por su mayor grado de solubilidad están disponibles en mayores cantidades en la etapa temprana del cultivo. Asimismo, Arzola *et al.*, (2003) mencionan que altas dosis de fertilizantes sintéticos influyen positivamente en el incremento de variables de crecimiento, como es el caso de diámetro del tallo.

Es posible que el resultado obtenido en el presente estudio, en cuanto a esta variable se deba a la rápida disponibilidad del Nitrógeno proveniente del fertilizante completo (12-30-10). Blessing y Hernández (2009), reportan que obtuvieron los mejores resultados en el incremento de esta variable mediante la fertilización orgánica.

4.1.2 Análisis de varianza (ANDEVA) para el Rendimiento de grano y sus componentes en el cultivo de Maíz, localidad El Rincón, Darío-Matagalpa, 2009.

Según el ANDEVA realizado, los valores promedios de algunos componentes del Rendimiento resultaron afectadas marcadamente debido al uso de diferentes fuentes de nutrientes y distintas variedades. Entre estos se tienen: peso y longitud de mazorca, peso del raquis, número de hileras por mazorca y número de granos por hilera (Tabla 5).

En el presente estudio no se encontró evidencia significativa del efecto de la interacción fuente de nutrientes por variedad sobre el rendimiento y sus componentes.

Al igual que para las variables de crecimiento, los valores promedios obtenidos resultaron independientes de la interacción de la fuente de nutrientes por la variedad. Esto se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 5: Valores de “p”, coeficiente de variación y de determinación de ocho variables de rendimiento en el cultivo de maíz, postrera 2009.

Fuente de variación	PMZ	LMZ	DMZ	PRQ	NHMZ	NGH	PMS	Rendimiento
	(g)	(cm)	(cm)	(g)			(g)	(kg ha ⁻¹)
Bloque	0.16	0.36	0.21	0.36	0.69	0.15	0.76	0.03
Fertilización	0.02	0.01	0.13	0.11	0.05	0.03	0.82	0.86
Bloque*fertilización.	0.74	0.67	0.86	0.65	0.44	0.71	0.51	0.47
Variedad	0.12	0.04	0.39	0.01	0.15	0.11	0.17	0.95
Fertilización*variedad	0.40	0.84	0.89	0.88	0.36	0.94	0.09	0.30
CV (%)	19.5	11.3	5.9	20.0	4.9	10.0	11.8	31.7
R ²	0.61	0.62	0.45	0.63	0.56	0.57	0.53	0.55

PMZ=Peso mazorca, **LMZ**= Longitud de la mazorca, **DMZ**= diámetro de la mazorca, **PRQ**= peso del raquis, **NHMZ**= número de hileras por mazorca, **NGH**= número de granos por hilera, **PMS**= peso de mil semillas.

4.2 Efecto de las fuentes de nutrientes sobre algunos componentes del rendimiento de grano en el cultivo del maíz.

Los valores promedios obtenidos para las variables antes mencionadas se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 6: Valores promedios y separación de medias de algunos componentes del Rendimiento, Darío, Postrera, 2009.

Fuente de nutrientes	PMZ (g)	LMZ(cm)	NGH	NHMZ
Sintético (Completo + Urea al 46%)	76.96 a	9.75 a	20.96 a	12.11 a
Compost (50%) + sintético (50%)	66.51 ab	8.63 b	20.50 a	11.47 b
Abono verde (Mungo)	59.96 b	8.32 b	18.66 b	11.75 ab

De la tabla anterior se aprecia que en general, con el fertilizante sintético los valores promedios de algunos componentes del rendimiento (PMZ, LMZ y NGH), fueron marcadamente superiores o similares a los obtenidos por las otras fuentes de nutrientes. Con relación al fertilizante mixto [Compost (50%) + sintético (50%)] los valores promedios observados para las variables antes mencionadas no mostraron un patrón determinado.

Según investigaciones realizadas por Hamid y Nasab (2001) y Greef *et al.*, (1999), el valor promedio de los componentes del rendimiento incrementa significativamente con la aplicación de fertilizantes sintéticos, en comparación con la fertilización orgánica, este incremento se debe probablemente al aumento del área foliar y altura de planta así como también a una mayor disponibilidad del nitrógeno suministrado a través de este tipo de fertilizantes. Estos mismos autores reportan de una correlación positiva entre la fertilización sintética y rendimiento de materia seca, en el cultivo de maíz. Otros autores Maqueda *et al.* (2011); Díaz y Montenegro, (2005) registraron mayores valores promedios en los componentes de rendimiento en aquellas parcelas de maíz fertilizadas con abonos orgánicos. Los resultados presentados en este estudio coinciden con los primeros autores.

En la tabla 6, se observa que el efecto del abonado sintético sobre las variables de rendimiento: peso de mazorca (PMZ), longitud de mazorca (LMZ), número de hileras por mazorca (NHMZ) y número de granos por mazorca (NGMZ) fue mayor en comparación al efecto de las fuentes de abonado orgánico. Caso contrario lo reportado por Díaz y Montenegro (2005), quienes realizaron un estudio de comparaciones de manejo orgánico y convencional en el cultivo del maíz (*Zea mays* L), que encontraron mayores valores para las variables de rendimiento en los arreglos manejados orgánicamente.

Atribuyendo este resultado a que el rendimiento de maíz está determinado en cierto grado por el potencial genético de la variedad, sin embargo este potencial llega a lograr un máximo siempre que la planta logre recibir un buen manejo agronómico y una buena nutrición; en el presente ensayo no fue el óptimo, debido al período de sequía experimentado durante el desarrollo del cultivo.

4.2.1 Efecto de la variedad sobre longitud de la mazorca (LMZ) y peso del raquis (PRQ)

Los resultados de la tabla 7 reflejan que la variedad criolla y la NB-6 mostraron mazorcas significativamente más largas: 9.27 y 9.21 cm, respectivamente y un raquis más pesado: 13.06 y 12.56 g, respectivamente, que la variedad mejorada NB-S.

Tabla 7: Valores promedios y separación de medias para longitud de mazorca y peso de raquis

Variedad	Longitud de la Mazorca (cm)	Peso del Raquis (g)
Criolla	9.27 a	13.06 a
NB-6	9.21 a	12.56 a
NB-S	8.23 b	9.43 b

Estos resultados son similares a los reportados por López (2004) quien encontró que las variedades criollas obtuvieron mejor comportamiento en cuanto a incremento en la longitud de mazorca y peso del raquis; no así para el número de granos por mazorca. Por otro lado, Moraga y Meza (2005), no encontraron diferencias significativas para esta variable; afirmando que las variables: longitud de mazorca y número de granos por mazorca están influenciados por condiciones ambientales y disponibilidad de nutrientes.

Por lo tanto, se supone que en las condiciones ambientales adversas, como son bajas precipitaciones presentadas durante la etapa de desarrollo del cultivo, las cuales según datos de INETER (2009), el valor acumulado de las precipitaciones en los meses de agosto a noviembre para el año 2009, fue de 210 mm; con un promedio de 52.5 mm, estos valores son muy bajos en comparación a los registrados en los años 2007 y 2008, para los mismos meses; dichos valores fueron de 740 mm para los meses de agosto-noviembre de 2007 y 840 mm para los meses de agosto-noviembre del 2008, con promedios de 185 mm y 210 mm respectivamente (figura 1); en estas condiciones de precipitación, la variedad criolla y NB-6 presentaron mayores valores en cuanto a estas tres variables: LMZ, PRQ y NGMZ; coincidiendo con lo citado anteriormente; donde se constata que estas variables están estrechamente ligadas a condiciones ambientales y nutrición nitrogenada.

A continuación se presenta los valores promedios para la variable rendimiento de grano:

Tabla 8: Valores promedio para la variable rendimiento de grano en el cultivo de maíz, comunidad El Rincón, postrera, 2009.

Abonado	Rendimiento (kg ha⁻¹)	Variedad	Rendimiento (kg ha⁻¹)
Compost (50%) + sintético (50%)	415.88	NB-6	406.85
Mungo	395.19	Criolla	422.11
Sintético (Completo + Urea al 46%)	424.27	NBS	406.37
Pr> F	0.8550	Pr> F	0.9453

La tabla 8, muestra que no hubo diferencia significativa para la variable rendimiento de grano, al aplicar las distintas fuentes de abonado sobre las variedades en estudio. Estos resultados coinciden con Blandón y Medina (2009), quienes no encontraron diferencias significativas en cuanto a los tratamientos de fertilizantes orgánicos y sintéticos en la variedad de soya CEA-CH-86. Sin embargo, Brown (2006), aporta en numerosos estudios llevados a cabo a largo plazo, que con la implementación de fertilización orgánica se obtienen mayores rendimientos en el cultivo de maíz, más estable y significativamente superior, que mediante la implementación de fertilización sintética. Es muy importante señalar que donde fue establecido este ensayo, es la primera vez que se implementa algún tipo de fertilización orgánica.

Por otro lado, Ordeñana y Tapia (2008), obtuvieron mayores rendimientos de grano en el cultivo de maíz utilizando la variedad NB-S, bajo sistema orgánico con 3,327.50 kgha⁻¹, mientras que en el sistema convencional lograron obtener 1963.80 kgha⁻¹ esto representó para el sistema orgánico un 25.77% de rendimiento mayor que el sistema convencional. Coincidiendo con Díaz y Montenegro (2005), que obtuvieron mayor rendimiento del maíz, variedad NB-S, bajo sistema de fertilización orgánica, con respecto al sintético.

También, Maqueda *et al.*, (2011), afirman que el rendimiento de grano depende del tipo de fertilización suministrada. Además que el uso de compost y la eliminación de fertilizantes sintéticos aumentan el contenido de micronutrientes esenciales para las plantas. Asimismo, agregan que el uso de los abonos orgánicos, pueden proporcionar beneficios a largo plazo en la fertilidad del suelo.

4.3 Análisis económico

Los resultados agronómicos se sometieron a un análisis económico, para determinar la rentabilidad de los diferentes tratamientos, a fin de recomendar esta práctica en la producción conforme a los objetivos y perspectivas de los productores.

4.3.1 Análisis de presupuesto parcial.

El análisis económico determinado para los diferentes tratamientos (fuente de nutrientes) presenta en términos de costos variables U\$ 279.98 para el tratamiento a_1 ; U\$ 450.316 para el tratamiento a_2 y U\$ 481.525 para el tratamiento a_3 . La tabla 9 muestra los valores obtenidos al analizar los costos variables y el beneficio neto de cada uno de los tratamientos.

Tabla 9: Resultado de análisis de presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo de Maíz, El Rincón, Darío-Matagalpa, postrera 2009.

Indicadores	Tratamiento a_1 (orgánico)	Tratamiento a_2 (Mixto)	Tratamiento a_3 (sintético)
Rendimiento Kg ha ⁻¹	395.19	415.88	424.27
10% ajuste	39.519	41.588	42.427
Rendimiento Ajustado	355.671	374.292	381.843
Beneficio Bruto	131.46	138.35	141.14
Costo del fertilizante	12	120	240
Costo del compost	-	60	-
Costo del transporte	3.55	36	7
Costo aplicación(MO)	177.5	142.2	142.2
Depreciación herramientas (3%)	7.6	13.11	14.02
Costos variables totales	279.98	450.316	481.525
Beneficio neto	-148.52	-312	-340
Punto de equilibrio (Kg)	715.37	1218.26	1302.69
Rentabilidad (%)	-0.042	-0.076	-0.082

Tratamiento a_1 : Mungo, Tratamiento a_2 : Compost + sintético (Completo 12-30-10, Urea al 46%), Tratamiento a_3 : Completo 12-30-10, Urea al 46%. *cambio oficial del Dólar: Diciembre 2009 (22.50 córdobas)

Este análisis refleja que ninguna de estas alternativas es económicamente viable debido a las condiciones ambientales presentadas durante el estudio (sequía), dichas condiciones influyeron en la obtención de rendimientos de 355.67 kg ha⁻¹ para el tratamiento a₁, 374.29 kg ha⁻¹ para el tratamiento a₂ y 381.84 kg ha⁻¹ para el tratamiento a₃, resultando muy por debajo del promedio nacional el cual es de 1940 kg ha⁻¹ (MAGFOR, 2010), lo que se traduce en resultados menores al punto de equilibrio para cada tratamiento 715.37 kg ha⁻¹ (a₁), 1218.26 kg ha⁻¹ (a₂), 1302 kg ha⁻¹ (a₃), en cuanto a la rentabilidad los tres tratamientos en estudio presentaron valores negativos, -0.042 % (a₁), -0.076% (a₂), -0.082% (a₃), manifestando que dichas alternativas de manejo y su implementación en condiciones de sequía suponen pérdidas económicas para el agricultor.

4.3.2 Análisis de dominancia

Luego de haber realizado el análisis de presupuesto parcial, se procede a determinar cuáles de los tratamientos han sido dominados y cuáles no. Un tratamiento es dominado por otro tratamiento cuando tienen beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT, 1988).

El análisis de dominancia (Tabla 10) determinado para los diferentes tratamientos muestra que existen dos tratamientos dominados a₂ y a₃ por sus altos costos variables y por las pérdidas económicas que supone la implementación de los mismos; el análisis de dominancia también muestra que el tratamiento a₁ no está dominado, pues presenta los menores costos de implementación así como también el menor perjuicio económico para el productor.

Tabla 10: Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados en el cultivo de Maíz, El Rincón, Darío-Matagalpa, postrera 2009.

Tratamiento	Costos variables	Beneficio neto	Dominancia
	US \$	US \$	
a ₁	279.98	-148.52	ND
a ₂	450.31	-312	D
a ₃	481.52	-340	D

Tratamiento a₁: Mungo, Tratamiento a₂: Compost + sintético (Completo 12-30-10, Urea al 46%), Tratamiento a₃: Completo 12-30-10, Urea al 46%

4.3.3 Tasa de Retorno Marginal

Con los datos presentados en la tabla 10, no es posible realizar un análisis de tasa de retorno marginal, debido a que al realizar el análisis de dominancia, este muestra que el único tratamiento no dominado es el tratamiento 1 (mungo), por lo tanto según metodología del CIMMYT, 1988, se requiere al menos dos tratamientos No dominados para establecer comparación entre ellos. Ya que la tasa de retorno marginal revela exactamente cómo los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida.

V. CONCLUSIONES

Con la culminación del presente estudio y tomando en cuenta los resultados obtenidos, se puede afirmar lo siguiente:

1. En cuanto a las variables de crecimiento evaluadas, la variable diámetro del tallo, respondió significativamente a la aplicación de fertilizante sintético, con la variedad criolla y en las condiciones de sequía presentadas en este estudio.
2. Las variedades mejoradas NB-S y NB-6, no mostraron diferencias significativas en cuanto a rendimiento en grano con la implementación de las tres fuentes de fertilización evaluadas, no así para la variedad criolla; por lo tanto ninguna de estas fuentes de fertilización supone una alternativa superior en comparación a la otra, en el lapso de un ciclo agrícola y bajo condiciones ambientales experimentadas en el presente estudio
3. El análisis económico realizado a las alternativas de fertilización, mostró que ninguna de las alternativas supuso beneficio económico para el productor, aún ante esta particularidad el tratamiento a_1 (mungo) resulta ser el único tratamiento no dominado lo que demuestra que en las condiciones del estudio el tratamiento abono verde resultó ser la alternativa con menores pérdidas respecto a las alternativa mixta y sintética.

VI. RECOMENDACIONES

- Basándonos en el presente estudio, primeramente se recomienda que la aplicación del compost se realice antes de la siembra, preferiblemente si el suelo se encuentra húmedo, de manera que se favorezca la asimilación de minerales al suelo y que dichos minerales se encuentren asimilables para la planta, cuando esta la requiera.
- Se considera también que el abono verde usado en el estudio tiene mucha utilidad para el productor ya sea como sustituto de los fertilizantes sintéticos así como también porque puede ser consumido por los animales y el hombre como fuente de nutriente, aún así presenta la desventaja de la escasa oferta de semilla de calidad comercial por lo tanto para su difusión y uso requiere establecer bancos de semilla comunitarios que produzcan semilla artesanal de mungo para ser utilizada por los productores.
- Realizar otros estudios relacionados a esta temática en el cultivo de maíz, que permitan obtener datos precisos que indiquen si la fertilización orgánica logra superar a la fertilización sintética a largo plazo. Ya que en nuestro caso de estudio, no se pudo comprobar esto, ya que en la localidad donde se estableció el ensayo fue la primera vez que se aplicó fertilización orgánica.
- Por otro lado, se recomienda tomar en cuenta este cultivo en futuras investigaciones dirigidas a proyectos de seguridad alimentaria, ya que el maíz es un cultivo base para la alimentación de la población Nicaragüense, y generador de fuente de ingresos para pequeños y medianos productores.

VII. LITERATURA CITADA

- Alemán, F. 1991. Manejo de malezas, Texto básico. 1 ed, ESAVE/UNA Managua, NI. 164 p
- Arzola, N.; Fundora, O; Machado, J. 2003. Suelo, planta y abonado. Editorial pueblo y educación, primera reimpresión. La Habana, CU. 461 p.
- Binder, U. 1994. Variación en el tiempo de las propiedades físicas de un suelo con adición de enmiendas orgánicas. Chile. Agricultura Técnica, 63 (3): 287-297
- Blandón, L.; Medina, A. 2009. Efecto de fertilizantes orgánicos y sintéticos en el crecimiento y rendimiento del cultivo de Soya (*Glycine max* L.), El Plantel, Masaya. Tesis, Ing. Agr. UNA, Facultad de Agronomía, Managua, NI. 40 p
- Blessing, M.; Hernández, G. 2009. Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (*Zea mays* L.) Var. NB-6 bajo prácticas de fertilización orgánica y convencional en la finca El Plantel. Managua. 2007-2008. Tesis, Ing. Agr. UNA, Facultad de Agronomía, Managua, NI. 28 p.
- Brown, P. 2006. Maize growing in Nyasaland (Malawi) II. Fertilizer Requirements. Experimental Agriculture, 2, p 49-60
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 1993. Sistema estándar para la evaluación de Germoplasma de maíz. 1987. Ed. AV, Schoonhoven; MA, Pastor Corrales. 56 p.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ME). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. 38 p
- _____. 1998. Guía de descriptores para caracterizar maíz. 31 p
- Cisne, D.; Laguna, R. 2004. Estudio comparativo de la producción orgánica y tradicional de papa (*Solanum tuberosum* L), en Miraflores, Estelí. Revista La Calera. 4 (4): 5-9.
- Cisneros, R. 2000. Efecto del abono orgánico en el cultivo de hortalizas (Ayote, *Cucurbita moschata*, Pipián, *Cucurbita pepo*) y granos básicos (Soya, *Glycine max*, Maíz, *Zea mays* L.). Tesis, Ing. Agr. UNA, Facultad de Agronomía, Managua, NI. 35 p
- Díaz, D.; Montenegro, W. 2005. Evaluación de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo del maíz (*Zea mays* L.). Variedad NB-S. Tesis, Ing. Agr. UNA, Facultad de Agronomía, Managua, NI. 52 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2007. El maíz en la Nutrición Humana. Alimentación y Nutrición No. 25. p.114 – 159

- Gómez, O.; Minelli, M. 1990. La producción de semilla. Texto básico para el desarrollo del curso de producción de semillas en la Universidad de Nicaragua. ISCA.-EPV. Managua, NI. 76 p.
- Greef, M, H. Ott, R.; F. Wulfes Taube, 1999. N. Growth analysis of dry matter accumulation and N uptake of forage maize cultivars affected by N supply. The Journal of Agricultural Science (1999), 132: 31-43.
- Hamid, A.; Nasab, M, 2001. The effect of various plant densities and N levels on phenology of two medium maturity corn hybrids .Iranian J. Agric Sci., 32: 857-87
- INIFOM (Instituto nicaragüense de fomento municipal, NI). 2007. Ficha municipal de Darío Matagalpa. (En línea). Consultado 8 mayo 2009. Disponible en http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/MATAGALPA/ciudad_dario.pdf
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, NI). 2000. Informe Validación de la variedad de maíz Nicaragua Blanco en el departamento de Estelí, NI. 5-7 p
- _____.2002. Cultivo del maíz. Managua-Nicaragua. 4-6 p
- _____.2009. Cultivo del maíz. Managua-Nicaragua. 4-6 p
- INTA-PROMESA. 2002. Catálogo de semillas, híbridos Variedades. Proyecto de mejoramiento de Semillas. PROMESA. 2-3 p
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, NI). 2009. Registro de datos meteorológicos. Managua, NI.
- ISTA (International seed testing Association, US). 1995 International rules for Testing. Zurich. P.117
- López N. P., 2004. Evaluación de variedades e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en diferentes ambientes de la zona Pacífico Norte. Resumen del 1er. Congreso nacional de Innovación tecnológica Agropecuario y Forestal. FUNICA, UNA, Managua, NI. 15 p
- Maqueda, F; Herencia, J.; Ruiz, M. 2011. Organic and inorganic fertilization effects on DTPA-extractable Fe, Cu, Mn and Zn, and their concentration in the edible portion of crops. The Journal of Agricultural Science, 149: 461-472 p.
- MAG-FOR (Ministerio Agropecuario y Forestal, NI). 2010. Estadísticas mensuales del MAG-FOR (en línea) tomadas de http://www.magfor.gob.ni/estadísticas_mensuales_2010.htm. Accesado el 15-11-10.
- _____.2011. Estadísticas mensuales del MAG-FOR (en línea) tomadas de http://www.magfor.gob.ni/estadísticas_mensuales_2011.htm. Accesado el 10-05-11.

- Moraga, N.; Meza, I. 2005. Evaluación de dos dosis de fertilizantes orgánicos (gallinaza, estiércol vacuno) y un mineral sobre la dinámica del crecimiento y rendimiento del maíz (*Zea mays L*) variedad NB-6. Tesis, Ing. Agrónomo. UNA, Facultad de Agronomía, Managua, NI. 43 p.
- Ordeñana, D.; Tapia, L. 2008. Comportamiento de arvenses en el cultivo de Maíz (*Zea mays L*) variedad NB-6, bajo dos sistemas de producción convencional y orgánico en la finca El Plantel, Masaya. Tesis, Ing. Agr. UNA, Facultad de Agronomía, Managua, NI. 24 p
- Paliwal, R. M. 2001. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. FAO, Roma, Italia. 376 p.
- Perdomo, A., 2005. Recomendaciones técnicas acerca del uso de humus de lombriz en los cultivos de ciclo corto: maíz, sorgo y hortalizas. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, CU 180p.
- Urbina, R. 1993. Guía tecnológica para producción de maíz. Editorial DGTA-MAG Managua, NI. 36 p.
- Valverde Reyes, G; Matus Medina MJ. 2005. Manual de procedimientos analíticos: física de suelos, química de suelos, agua, tejido foliar y abonos orgánicos. LABSA, UNA. Managua, NI. 135 p

VIII. ANEXO

8.1 Plano de campo de un experimento en parcelas divididas en BCA para el cultivo del maíz, El Rincón, Darío-Matagalpa, postrera 2009.

